



## (71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

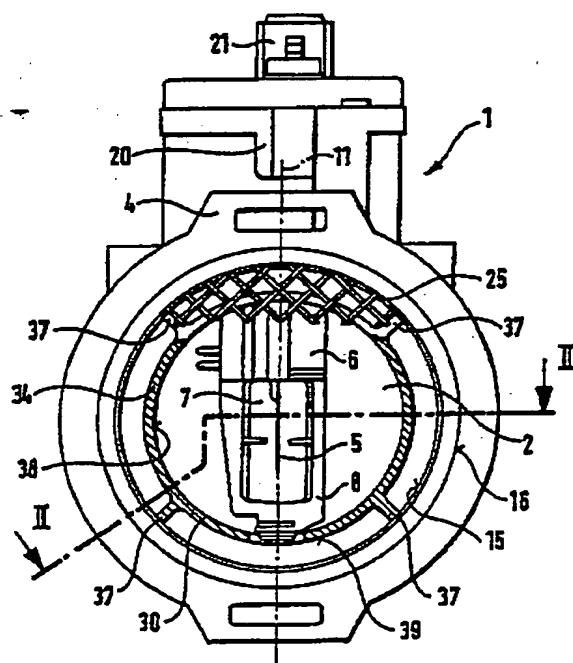
## (72) Erfinder:

Kuhn, Ulrich, Dipl.-Phys. Dr., 71272 Renningen, DE;  
Tank, Dieter, Dipl.-Phys., 71735 Eberdingen, DE;  
Konzelmann, Uwe, Dr., 71679 Asperg, DE

DE 43 40 882 A 1

## (54) Vorrichtung zur Messung der Masse eines strömenden Mediums

(57) Bekannte Vorrichtungen zur Messung der Masse eines strömenden Mediums mit einem temperaturempfindlichen Meßelement besitzen den Nachteil, daß bei einer durch Strömungsschwankungen charakterisierten, pulsierenden Strömung erhebliche Meßfehler auftreten können. Um diesen Meßfehlern entgegenzuwirken, besitzt die Vorrichtung (1) erfindungsgemäß Mittel (30), die im Bereich einer Innenwandung (15) eines Meßkanals (2) stromaufwärts und stromabwärts eines Meßelements (5) in dem Meßkanal (2) eingebracht sind und Reibflächen (31) besitzen an denen die Strömung entlang strömt, wobei durch die Reibflächen (31) ein nur bei pulsierender Strömung von der Stärke der Strömungsschwankungen veränderlicher Strömungswiderstand bewirkt wird, so daß die Strömung in den Bereich des Meßelements (5) mehr oder weniger verdrängt wird, um die Strömungsgeschwindigkeit zu erhöhen und damit die Meßfehler auszugleichen. Die Erfindung ist zur Messung der Masse eines strömenden Mediums, insbesondere zur Messung der Ansaugluftmasse von Brennkraftmaschinen vorgesehen.



## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung zur Messung der Masse eines strömenden Mediums nach der Gattung des Hauptanspruchs. Es ist schon eine Vorrichtung (EP-PS 0 087 621) bekannt, bei der zur Messung der Masse eines strömenden Mediums, insbesondere der Ansaugluftmasse einer Brennkraftmaschine, in einem versetzt zu einem Hauptansaugkanal ausgebildeten Bypasskanal ein Meßelement, zum Beispiel in Form eines Hitzdrahtes, eingebracht ist. Durch das Öffnen und Schließen der Einlaßventile der einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine treten erhebliche Schwankungen, beziehungsweise Pulsationen der Strömungsgeschwindigkeit im Bypasskanal auf, deren Stärke abhängig von der Ansaugfrequenz der einzelnen Kolben, beziehungsweise von der Drehzahl der Brennkraftmaschine ist. Diese Strömungsschwankungen verfälschen das Meßergebnis, nämlich die im Mittel im Bypasskanal herrschende Strömungsgeschwindigkeit und die daraus erreichbare Ansaugluftmasse der Brennkraftmaschine erheblich, und zwar derart, daß abhängig von der Stärke der Pulsationen der Strömungsgeschwindigkeit, beispielsweise im Teillastbereich der Brennkraftmaschine eine Minderanzeige der mittleren Strömungsgeschwindigkeit und bei völlig geöffneter Drosselklappe eine Mehranzeige feststellbar ist. Um diesen nur bei pulsierender Strömung auftretenden Meßfehler zu verringern, werden bei der eingangs erwähnten Vorrichtung bestimmte, durch Rechnungen und durch zahlreiche Messungen ermittelte Längenverhältnisse und Querschnittsverhältnisse von Hauptansaugkanal und Bypasskanal ausgewählt, wobei die Lage des Meßelements im Bypasskanal vorgeschrieben ist. Dies beschränkt einerseits die konstruktiven Gestaltungsmöglichkeiten und Einbaumöglichkeiten der Vorrichtung erheblich und andererseits erfordert die Ausbildung der Vorrichtung mit einem Bypasskanal einen großen Bauraum, so daß ein Einbau der Vorrichtung bei engen Einbauverhältnissen, insbesondere im Ansaugbereich der Brennkraftmaschine, nur beschränkt möglich ist.

Bei einer aus der DE-PS 28 45 551 bekannten Vorrichtung ist als temperaturabhängiges Meßelement ein Hitzdraht vorgesehen, der mittels einer Befestigungshülse in einen Meßkanal in ein zu messendes Medium eingebracht ist. Die Befestigungshülse ist erforderlich, um den Hitzdraht mittels Stutzhaken an der Innenwandung der Befestigungshülse aufzuspannen. Die Befestigungshülse besitzt einen relativ kleinen Innendurchmesser, damit einerseits die Strömung ohne Einfluß der Befestigungshülse zwischen einer Außenfläche der Befestigungshülse und einer Innenwandung des Meßkanals nahezu ungehindert vorbeiströmt und andererseits eine möglichst parallel ausgerichtete Strömung im Inneren der Befestigungshülse den Hitzdraht umströmt, wobei sich bei einer pulsierenden Strömung die eingangs geschilderte Abweichung des Meßwerts einstellt.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Messung der Masse eines strömenden Mediums mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß nahezu unabhängig von einer schwankenden Strömung ein gleichbleibend präzises

Meßergebnis erzielbar ist.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen 5 Vorrichtung möglich.

Besonders vorteilhaft ist, daß sich die Vorrichtung durch eine kompakte Bauweise auszeichnet und nur einen geringen Bauraum benötigt, so daß sich diese für enge Einbauverhältnisse besonders eignet.

10

## Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 in teilweiser Schnittdarstellung eine erfindungsgemäß ausgebildete Vorrichtung eines ersten Ausführungsbeispiels, Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II-II in Fig. 1, Fig. 3 in teilweiser Schnittdarstellung ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäß ausgebildeten Vorrichtung, Fig. 4 einen Schnitt entlang der Linie IV-IV in Fig. 3 des zweiten Ausführungsbeispiels.

25

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die in der Fig. 1 in teilweiser Schnittdarstellung gezeigte Vorrichtung 1 dient zur Messung der Masse eines strömenden Mediums, insbesondere der Ansaugluftmasse von Brennkraftmaschinen. Die Vorrichtung 1 hat eine rohrförmige Gestalt und ist beispielsweise mittels an den Enden vorgesetzter Anschlußflansche 4 als montierbares Zwischenstück in einer Verbindungsleitung eingebaut, durch welche die Brennkraftmaschine von einem nicht näher dargestellten Luftfilter Luft aus der Umgebung ansaugt, die in der Verbindungsleitung in die Vorrichtung 1 zur Messung der Ansaugluftmasse einströmt, um von dieser in einen nicht näher dargestellten Drosselklappenstützen, der zur Steuerung der Ansaugluftmasse vorgesehen ist, in einen Brennraum der Brennkraftmaschine zu gelangen. Die Vorrichtung 1 hat einen beispielsweise zylindrisch ausgestalteten Meßkanal 2, der sich mittig zu einer Längsachse 10 durch die Vorrichtung 1 hindurch erstreckt. Etwa in der Mitte der axialen Erstreckung des Meßkanals 2 ist ein Meßelement 5 zur Messung der Ansaugluftmasse in den Meßkanal 2 eingebracht. Die Längsachse 10 zeigt in der Fig. 1 in die Zeichenebene der Fig. 1 hinein. Das Meßelement 5 ist beispielsweise als plattenförmiges Keramiksubstrat ausgebildet und besitzt, wie dem Stand der Technik, beispielsweise nach der DE-OS 38 44 354 zu entnehmen ist, einen oder mehrere temperaturabhängige Widerstände, die in Form von Widerstandsschichten, sogenannten Heißfilmwiderständen auf dem plattenförmigen Keramiksubstrat aufgebracht sind. Die einzelnen Widerstandsschichten des Meßelements 5 sind mittels aus dem Meßkanal 2 herausgeführter Anschlußleitungen mit einer Auswerteschaltung, beispielsweise mit einer brückenähnlichen Widerstandsmeßschaltung elektrisch verbunden, die zum Beispiel außerhalb des Meßkanals 2 in einem kastenförmig an einer Außenwandung 16 der Vorrichtung 1 angeformten Gehäuseteil 20 untergebracht ist. Mittels einer am Gehäuseteil 20 vorgezogenen Steckverbindung 21 werden die von der Auswerteschaltung bereitgestellten elektrischen Signale beispielsweise einem elektronischen Steuengerät zur Auswertung zugeführt, das zur elektronischen Leerlaufsteuerung oder Motorleistungssteuerung der Brennkraftmaschine dient.

kraftmaschine vorgesehen ist. Auf eine ausführliche Beschreibung der Funktion und des Aufbaus temperaturabhängiger Meßelemente wird verzichtet, da dies der Fachmann dem Stand der Technik entnehmen kann.

Zur Halterung des Meßelements 5 ist ein Trägerkörper 6 vorgesehen, der beispielsweise schlank und zylindrisch ausgebildet ist und in Richtung einer quer zur Längsachse 10 orientierten Querachse 11 mittig in den Meßkanal 2 in das strömende Medium ragt. Wie in der Fig. 1 dargestellt ist, wird das plattenförmige Meßelement 5 beispielsweise innerhalb eines aus dem Trägerkörper 6 ausgenommenen Trägerdurchbruchs 7 des Trägerkörpers 6 einseitig an einem schmalen Ende am Trägerkörper 6 gehalten, so daß das Meßelement 5, wie in der Fig. 2 dargestellt ist, etwa in der Mitte der axialen Erstreckung des Meßkanals 2 angeordnet ist und mit seinen beiden Seitenflächen 27 in etwa parallel zur Längsachse 10 vom strömenden Medium umströmt wird. Es ist auch möglich, das Meßelement 5 ohne eine vom Trägerkörper 6 gebildete, äußere Umrundung 8, quasi freistehend und an dem schmalen Ende des Meßelements 5 befestigt, in den Meßkanal 2 einzubringen. In der Fig. 2 einer Schnittdarstellung entlang einer Linie II-II in Fig. 1 und in der Fig. 4 einer Schnittdarstellung entlang einer Linie IV-IV in Fig. 3 ist die Strömungsrichtung durch entsprechende Pfeile 9 gekennzeichnet. Der Trägerkörper 6 ist zum Beispiel als steckbares Bauteil ausgebildet und in einer durch eine Innenwandung 15 des Meßkanals 2 und der Außenwandung 16 der Vorrichtung 1 hindurchgehenden Durchgangsoffnung steckbar eingeführt und beispielsweise im Bereich des kastenförmigen Gehäuseteils 20 an der Außenfläche 16 der Vorrichtung 1 gehalten. Zum Schutz des Meßelements 5 gegen Verunreinigungen durch das strömende Medium und insbesondere zum Schutz gegen Rückzündungen der Brennkraftmaschine sind zwei Schutzgitter 25, zum Beispiel im Einströmbereich und Ausströmbereich des Meßkanals 2 vorgesehen, durch die hindurch das strömende Medium nahezu ungehindert strömen kann.

Die Vorrichtung 1 besitzt erfindungsgemäß gestaltete, insbesondere stromaufwärts des Meßelements 5 vorgesehene Mittel 30 zur Strömungsbeeinflussung, die Reibflächen 31 aufweisen, um bei einer durch Strömungsschwankungen charakterisierten, pulsierenden Strömung einen insbesondere bei thermisch trügen Meßelementen 5, beispielsweise Heißfilmwiderständen, auftretenden Meßfehler zu kompensieren. Die Pulsationen der Strömungsgeschwindigkeit werden vom Öffnen und Schließen der Einlaßventile der einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine verursacht, wobei die Pulsationsstärke von der Ansaugfrequenz der einzelnen Kolben, beziehungsweise der Drehzahl der Brennkraftmaschine und von der in den Meßkanal 2 einströmenden Ansaugluftmasse abhängt. Bekannterweise ist das temperaturempfindliche Meßelement 5 auf einer gegenüber dem strömenden Medium erhöhten Übertemperatur aufgeheizt und gibt hauptsächlich aufgrund von Konvektion Wärme an das strömende Medium ab, wobei die Wärmemenge von der im Meßkanal 2 herrschenden Strömungsgeschwindigkeit abhängt, so daß zur Aufrechterhaltung der Übertemperatur beispielsweise die erforderliche Heizspannung oder der Heizstrom ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit im Meßkanal 2 und der daraus errechenbaren Ansaugluftmasse ist. Aufgrund der, auf nichtlinearen physikalischen Gesetzmäßigkeiten beruhenden, konvektiven Wärmeabgabe weist das Meßelement 5 eine nichtlineare Kennlinie auf,

was dazu führt, daß das Meßergebnis bei einer pulsierenden Strömung und pulsierender Wärmeabgabe an das strömende Medium nicht der tatsächlichen, zeitlich gemittelten Strömungsgeschwindigkeit im Meßkanal 2 entspricht, sondern abhängig von der Stärke der Pulsationen durch eine thermische Trägheit des Meßelements 5 erheblich davon abweicht. Dabei ist im Teillastbereich der Brennkraftmaschine bei geringer Ansaugluftmasse eine besonders gravierende Minderanzeige und bei zunehmender Pulsationsstärke im Bereich der Vollast und teilweiser Rückströmung des strömenden Mediums eine Mehranzeige des Meßwerts feststellbar. Zur Verbesserung der Meßgenauigkeit, beziehungsweise zur Kompensation des Meßfehlers für einen weiten Meßbereich der Strömungsgeschwindigkeit der Vorrichtung 1 dienen die erfindungsgemäß, insbesondere stromaufwärts des Meßelements 5 in den Meßkanal 2 eingebrachten Mittel 30, die einen von der Pulsationsstärke der Strömung veränderlichen Strömungswiderstand im Bereich der Innenwandung 15 des Meßkanals 2 bewirken, so daß die von den Strömungsschwankungen verursachte Abweichung des Meßwerts, insbesondere der Minderanzeige bei kleinen Pulsationsamplituden durch eine Erhöhung des Strömungswiderstands kompensiert wird. Durch den nur bei pulsierender Strömung im Bereich der Innenwandung 15 erhöhten Strömungswiderstand wird die Strömungsgeschwindigkeit im Bereich des Meßelements 5 vergrößert, so daß eine erhöhte Wärmeabfuhr an das strömende Medium die Folge ist, um eine Minderanzeige des Meßelements 5 zu kompensieren. Durch den veränderlichen Strömungswiderstand ist es möglich, daß nahezu unabhängig von der Pulsationsstärke einer schwankenden Strömung für einen weiten Meßbereich ein gleichbleibend präzises Meßergebnis erzielt werden kann.

Im ersten Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 ist als Mittel 30 eine Innenhülse 34 vorgesehen, die mit einer Innenfläche 38 und einer Außenfläche 39 Reibflächen 31 bildet, an denen bei pulsierender Strömung beim Entlangströmen durch auftretende Strömungseffekte, wie beispielsweise an den Reibflächen 31 induzierte Wirbel oder durch den Druckabfall zur Innenwandung 15 auftretende Ablösungen, die Strömung mehr oder weniger behindert wird, so daß im Bereich der Innenwandung 15 ein von der Pulsationsstärke abhängiger, veränderlicher Strömungswiderstand vorhanden ist, um insbesondere bei einer Minderanzeige durch einen erhöhten Strömungswiderstand im Bereich der Innenwandung 15 die Strömung in den Innenbereich des Meßkanals 2 mit dem Meßelement 5 zu verdrängen, so daß gegenüber einer nicht pulsierenden Strömung eine im Innenbereich des Meßkanals 2 erhöhte Strömungsgeschwindigkeit herrscht, um damit die Wärmeabgabe des Meßelements 5 zu erhöhen, so daß die im zeitlichen Mittel gemessene Strömungsgeschwindigkeit der tatsächlichen, mittleren Strömungsgeschwindigkeit nahezu entspricht.

Die Innenhülse 34 ist in axialer Richtung mittig zum Meßelement 5 angeordnet, so daß insbesondere stromaufwärts und stromabwärts des Meßelements 5 Reibflächen 31 vorhanden sind, die in etwa parallel zur Strömungsrichtung 9 gerichtet sind, wobei die axiale Erstreckung der Innenhülse 34 der zu erwartenden Pulsationsstärke anzupassen ist. Für den zu messenden Ansaugluftmassenstrom einer Brennkraftmaschine hat sich herausgestellt, daß die axiale Erstreckung der Innenhülse 34 etwa das Ein- bis Zweifache des Innen durchmessers des Meßkanals 2 betragen soll, wobei die Innenhülse 34 mit möglichst geringer Wandstärke auszubilden

und mit der Innenfläche 38 und der Außenfläche 39 in der Nähe der Innenwandung 15 des Meßkanals 2 vorzusehen ist. Dabei darf ein v in der Innenwandung 15 zur Außenfläche 39 der Innenhülse 34 gemessener, radialer Abstand höchstens etwa ein Siebtel des Innendurchmessers des Meßkanals 2 betragen.

Zur Befestigung der Innenhülse 34 besitzt diese beispielsweise vier von der Außenfläche 39 sich in radialer Richtung erstreckende Verbindungsstege 37, die in Umfangsrichtung zum Beispiel mit einem Winkelabstand von etwa 90 Grad bis etwa 120 Grad angeordnet sind, um anliegend an der Innenwandung 15 des Meßkanals 2 die Innenhülse 34 beispielsweise durch Verklemmen zu halten. Es ist auch möglich, die Verbindungsstege 37 mit der Innenwandung 15 fest zu verbinden.

Die Fig. 3 und die Fig. 4 zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfundungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Messung der Masse eines strömenden Mediums, wobei alle gleichen oder gleichwirkenden Teile mit den gleichen Bezeichnungen des ersten Ausführungsbeispiels der Fig. 1 und 2 gekennzeichnet sind. Die Fig. 3 zeigt in teilweiser Schnittdarstellung die erfundungsgemäß ausgeführte Vorrichtung 1, bei der abweichend zum ersten Ausführungsbeispiel anstelle der Innenhülse 34 einzelne Lamellen 45 als Mittel 30 zur Strömungseinflussung ausgebildet sind, die wenigstens stromaufwärts des Meßelements 5 vorgesehen sind und sich von der Innenwandung 15 des Meßkanals 2 radial nach innen erstrecken, wobei die radiale Erstreckung der Lamellen 45 höchstens etwa ein Viertel des Innendurchmessers des Meßkanals 2 betragen darf. Die einzelnen Lamellen 45 sind insbesondere stromaufwärts und stromabwärts des Meßelements 5 an der Innenwandung 15 vorgesehen und besitzen jeweils eine radial in etwa parallel zur Längsachse 10 gerichtete Außenfläche 46, um mit den einzelnen Außenflächen 46 der Lamellen 45 Reibflächen 31 zu erhalten, die den Strömungswiderstand im Bereich der Innenwandung 15 des Meßkanals 2 nur, wie im ersten Ausführungsbeispiel beschrieben ist, bei pulsierender Strömung beeinflussen. Zur Messung der Ansaugluftmasse von Brennkraftmaschinen besitzen die einzelnen Lamellen 45 vorteilhafterweise eine axiale Erstreckung, die etwa das Ein- bis Zweifache des Innendurchmessers des Meßkanals 2 beträgt. Die Anzahl der Lamellen 45 ist der Pulsationsstärke der Strömung und dem gewünschten Meßbereich der Strömungsgeschwindigkeit entsprechend angepaßt. Für den Meßbereich einer Brennkraftmaschine eignen sich beispielsweise Lamellen 45, die mit einem Winkelabstand von etwa 10 bis 20 Grad am Umfang der Innenwandung 15 angeordnet sind. Die Lamellen 45 können beispielsweise aus Kunststoff ausgebildet und in Kunststoffspritzgußtechnik hergestellt werden. Beispielsweise können die Lamellen 45 an einer Innenwandung einer zusätzlichen Kunststoffhülse 48 vorgesehen werden, wobei die Kunststoffhülse 48 in eine radiale Aussparung der Innenwandung 15 des Meßkanals 2 beispielsweise steckbar eingebracht werden kann. Die Lamellen 45 können auch direkt an die Innenwandung 15 des Meßkanals 2 angespritzt werden.

Messung der Masse des strömenden Mediums dient, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens stromaufwärts des Meßelements (5) Mittel (30) in den Meßkanal (2) eingebracht sind, die im Bereich einer Innenwandung (15) des Meßkanals (2) angeströmte Reibflächen (31) aufweisen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (30) stromaufwärts und stromabwärts des Meßelements (5) vorgesehen sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittel (30) eine Innenhülse (34) ausgebildet ist, die mit einer Innenfläche (38) und einer Außenfläche (39) Reibflächen (31) besitzt und mit radialem Abstand zur Innenwandung (15) des Meßkanals (2) angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenhülse (34) eine axiale Erstreckung aufweist, die etwa das Ein- bis Zweifache eines Innendurchmessers des Meßkanals (2) beträgt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein von der Innenwandung (15) des Meßkanals (2) zu der Außenfläche (39) der Innenhülse (34) gemessener, radialer Abstand höchstens etwa ein Siebtel des Innendurchmessers des Meßkanals (2) betragen darf.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenhülse (34) Verbindungsstege (37) besitzt, die von der Außenfläche (39) der Innenhülse (34) zur Innenwandung (15) des Meßkanals (2) führen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittel (30) einzelne Lamellen (45) ausgebildet sind, die Reibflächen (31) besitzen und sich von einer Innenwandung (15) des Meßkanals (2) radial nach innen erstrecken.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (45) in Umfangsrichtung mit einem Winkelabstand von etwa 10 bis 20 Grad angeordnet sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (45) eine axiale Erstreckung besitzen, die etwa das Ein- bis Zweifache eines Innendurchmessers des Meßkanals (2) betragen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die radiale Erstreckung der Lamellen (45) höchstens etwa ein Viertel des Innendurchmessers des Meßkanals (2) betragen darf.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung der Masse eines strömenden Mediums, insbesondere der Ansaugluftmasse von Brennkraftmaschinen, mit einem Trägerkörper, der ein Meßelement haltert, das in einem Meßkanal von der Strömung umströmt zur

FIG. 3

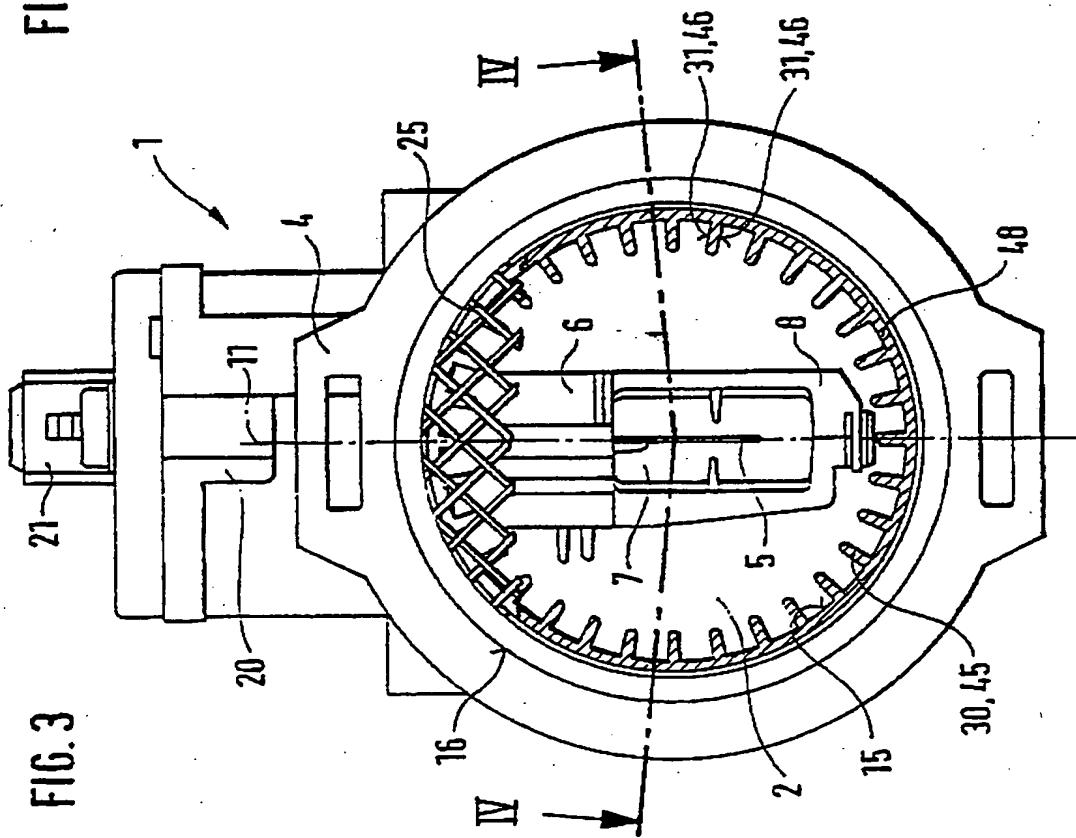


FIG. 4

